

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-151769

(43)Date of publication of application : 23.05.2003

(51)Int.Cl.

H05B 33/12
H05B 33/10
H05B 33/14
H05B 33/22

(21)Application number : 2002-241871

(71)Applicant : KONICA CORP

(22)Date of filing : 22.08.2002

(72)Inventor : SUZURISATO YOSHIYUKI
GENDA KAZUO
KITA HIROSHI

(30)Priority

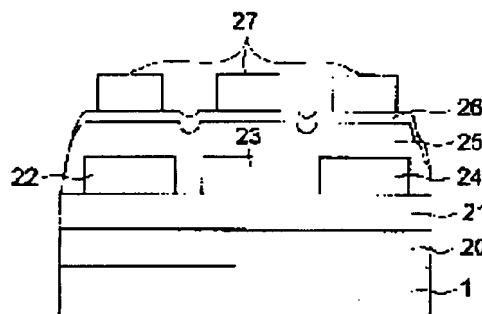
Priority number : 2001257720 Priority date : 28.08.2001 Priority country : JP

(54) MULTICOLOR LIGHT EMISSION DEVICE AND ITS MANUFACTURING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a multicolor light emission device reducing color shifts with a drive voltage, while also reducing manufacturing load.

SOLUTION: The multicolor light emission device has at least an organic EL element having an emission maximum wavelength in the blue region and another organic EL element having an emission maximum wavelength longer than the emission maximum wavelength of the former organic EL element. Each of the organic EL elements has a light emitting layer with a host and a dopant. The host of each light emitting layer has an emission wavelength range that covers shorter wavelengths than the blue region.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

05.08.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-151769
(P2003-151769A)

(43) 公開日 平成15年5月23日 (2003.5.23)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	サーチコード [*] (参考)
H 0 5 B	33/12	H 0 5 B	B 3 K 0 0 7
	33/10		
	33/14		A
	33/22		B
			D
審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 25 頁)			

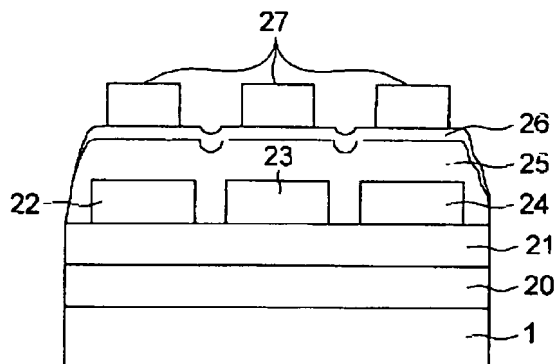
(21) 出願番号	特願2002-241871 (P2002-241871)	(71) 出願人	000001270 コニカ株式会社 東京都新宿区西新宿1丁目26番2号
(22) 出願日	平成14年8月22日 (2002.8.22)	(72) 発明者	硯里 善幸 東京都目野市さくら町1番地コニカ株式会 社内
(31) 優先権主張番号	特願2001-257720 (P2001-257720)	(72) 発明者	源田 和男 東京都目野市さくら町1番地コニカ株式会 社内
(32) 優先日	平成13年8月28日 (2001.8.28)	(72) 発明者	北 弘志 東京都目野市さくら町1番地コニカ株式会 社内
(33) 優先権主張国	日本 (J P)	Fターム (参考)	3K007 AB04 AB11 AB18 DB03 FA01

(54) 【発明の名称】 多色発光装置及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 第1に駆動電圧に対する色ずれが少ない多色発光装置を提供し、第2に製造負荷をより低減した多色発光装置を提供する。

【解決手段】 青色領域に発光極大波長を有する有機EL素子と、該波長より長波側に発光極大波長を有する有機EL素子を少なくとも備え、それぞれの有機EL素子がホストとドーパントを有する発光層を有し、各発光層のホストの発光波長領域が全て青色領域より短波側である多色発光装置。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 青色領域に発光極大波長を有する有機EL素子と、該波長より長波側に発光極大波長を有する有機EL素子を少なくとも備え、それぞれの有機EL素子がホストとドーパントを有する発光層を有し、各発光層のホストの発光波長領域が全て青色領域より短波側であることを特徴とする多色発光装置。

【請求項2】 前記ホストの発光極大波長が415nm以下であることを特徴とする請求項1に記載の多色発光装置。

【請求項3】 前記ホストが同一の化合物であることを特徴とする請求項1又は2に記載の多色発光装置。

【請求項4】 それぞれの有機EL素子が、発光層の一端部に隣接してなる正孔輸送層と、該正孔輸送層が隣接する端部とは異なる発光層の端部に隣接してなる電子輸送層とを有し、それぞれの正孔輸送層が同一の化合物を有し、かつ、それぞれの電子輸送層が同一の化合物を有することを特徴とする請求項1、2又は3に記載の多色発光装置。

【請求項5】 前記それぞれの正孔輸送層の膜厚が同一であり、かつ、前記それぞれの電子輸送層の膜厚が同一であることを特徴とする請求項4に記載の多色発光装置。

【請求項6】 前記正孔輸送層の化合物の発光極大波長が415nm以下であることを特徴とする請求項4または5に記載の多色発光装置。

【請求項7】 前記電子輸送層の化合物の発光極大波長が415nm以下であることを特徴とする請求項4乃至6のいずれか1項に記載の多色発光装置。

【請求項8】 青色領域に発光極大波長を有する有機EL素子より長波側に発光極大波長を有する有機EL素子として、緑色領域に発光極大波長を有するものと及び赤色領域に発光極大波長を有するものを備え、それぞれの有機EL素子の発光によって画像を表示するディスプレイであることを特徴とする請求項1乃至7のいずれか1項に記載の多色発光装置。

【請求項9】 光源であることを特徴とする請求項1乃至7のいずれか1項に記載の多色発光装置。

【請求項10】 青色領域に発光極大波長を有する有機EL素子と、該波長より長波側に発光極大波長を有する有機EL素子を少なくとも備え、前記複数の有機EL素子のそれぞれがホストとドーパントを有する発光層と、該発光層の一端部に隣接してなる正孔輸送層と、該正孔輸送層が隣接する端部とは異なる発光層の端部に隣接してなる電子輸送層とを有し、前記複数の有機EL素子のそれぞれの発光層のホストの発光極大波長が415nm以下であり、前記複数の有機EL素子のそれぞれの正孔輸送層の化合物の発光極大波長が415nm以下であり、かつ、前記複数の有機EL素子のそれぞれの電子輸送層の化合

物の発光極大波長が415nm以下であることを特徴とする多色発光装置。

【請求項11】 前記それぞれの正孔輸送層が同一の化合物を有し、かつ、前記それぞれの電子輸送層が同一の化合物を有することを特徴とする請求項10に記載の多色発光装置。

【請求項12】 前記それぞれの正孔輸送層の膜厚が同一であり、かつ、前記それぞれの電子輸送層の膜厚が同一であることを特徴とする請求項11に記載の多色発光装置。

【請求項13】 前記それぞれの発光層の膜厚が同一であることを特徴とする請求項12に記載の多色発光装置。

【請求項14】 前記それぞれの発光層のホストが同一の化合物であることを特徴とする請求項11乃至13のいずれか1項に記載の多色発光装置。

【請求項15】 請求項1乃至14のいずれか1項に記載の多色発光装置を製造するにあたり、前記複数の有機EL素子のそれぞれの正孔輸送層を同時に成膜する行程と、前記複数の有機EL素子のそれぞれの発光層を発光層毎に成膜する行程と、前記複数の有機EL素子それぞれの電子輸送層を同時に成膜する行程とを有することを特徴とする多色発光装置の製造方法。

【請求項16】 前記複数の有機EL素子のそれぞれの正孔輸送層をマスクせずに同時に成膜する行程と、前記複数の有機EL素子のそれぞれの発光層を、発光層毎にマスクをしてパターニングを行い成膜する行程と、前記複数の有機EL素子それぞれの電子輸送層をマスクせずに同時に成膜する行程とを有することを特徴とする請求項15に記載の多色発光装置の製造方法。

【請求項17】 真空蒸着法で前記成膜を行うことを特徴とする請求項15又は16に記載の多色発光装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、フラットディスプレイなどの表示装置や、電子写真複写機、プリンターなどの光源に使用される有機EL素子を用いた多色発光装置、及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】有機EL素子は、蛍光性有機化合物を含む薄膜を陰極と陽極で挟んだ構成を有し、前記薄膜に電子及び正孔を注入して再結合させることにより励起子（エキシトン）を生成させ、このエキシトンが失活する際の光の放出（蛍光・燐光）を利用して発光する素子であり、数V～数十V程度の低電圧で発光が可能であり、自己発光型であるために視野角依存性に富み、視認性が高く、更には薄膜型の完全固体素子であるために省スペース等の観点から注目され、実用化研究への展開が開始されている。

【0003】特に、赤色(R)、緑色(G)、青色(B)各色の有機EL素子を複数並べて、複数の有機EL素子の発光によって画像を表示する多色発光装置のディスプレイの実用化が試みられている。

【0004】しかしながら従来の多色発光装置は複数の有機EL素子を用いることから、その製造が困難で安定に高精度の多色発光装置を作製するに至っていない。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、発光層には正孔輸送性の高い正孔輸送型発光層、電子輸送性の高い電子輸送型発光層、正孔・電子両方の輸送性の高いバイポーラー型発光層があることが知られている。

【0006】これは発光層を構成するホスト及びドーパントにどのような化合物を用いるか、どのような化合物を組み合わせるか、またドーパントとホストをどのような割合にするのかで決まるものである。

【0007】例えば、電子輸送性発光層で素子を構成する場合、それに隣接する正孔輸送層の材料は電子輸送型発光層に含まれ発光に寄与するドーパントの励起エネルギーより正孔輸送層を構成する材料の励起エネルギーの方が大きいという条件を満たさねばならない。それは、ドーパントの励起エネルギーが正孔輸送材料へエネルギー移動を起こし、高い発光効率を得られないからである。また、その様な場合、正孔輸送材料からの発光が見られ、色度がずれる場合が多い。

【0008】これは、当然正孔輸送型発光層と隣接する電子輸送層、もしくはバイポーラー型発光層と隣接する正孔輸送層、電子輸送層の関係にもあてはまる。

【0009】また、ドーパント量は正孔・電子の輸送能を決めるだけでなく、寿命・効率への影響もあり、輸送性だけの観点から決定はできない。

【0010】発光素子を設計する際上記のことを考えに入れる訳であるが、先に述べたように正孔・電子輸送性はホスト材料、ドーパント材料、ドーパ量により決定されるため、BGR共通の正孔輸送材料、ホスト材料、電子輸送材料で構成するのは非常に困難でありBGR素子設計の自由度、製造の自由度が低い。

【0011】例えば、赤色発光の有機EL素子、緑色発光の有機EL素子、青色発光の有機EL素子の3色の素子を使ってフルカラーディスプレイを製造する場合、各色最適な発光を得るためには、各色素子ごとにその層構成、使用する化合物含有量や各層の膜厚等、別々に設計する必要があり、よって、シャドーマスク等を用いて各色素子それぞれ別に層を積層する煩雑な工程を必要とする。この製造負荷を減らす目的で、従来知られている化合物を用いて、各色素子共通の化合物としたり、各層の膜厚を同じにしようとすると、色ズレが起きたり、発光効率が落ちたりといった問題が発生してしまうことが予想される。

【0012】この材料の共通化の観点では、例えば特開

2000-82582には、赤色発光層ホスト材料と電子輸送材料に同じものを用い、全化合物数を減らした多色発光装置が記載されており、これによると製造時の製造負荷が低減できると開示されている。

【0013】しかしながらこの多色発光装置は、有機EL素子の発光層にトリス(8-キノリラト)アルミニウム(Alq3)を使用して赤色で発光させるため、発光させるときに印加する電圧の低電圧側と高電圧側で色度差が大きくなる傾向がある。

【0014】高電圧側ではドーパントからの発光だけでなくトリス(8-キノリラト)アルミニウムからの発光が含まれるからである。特に赤色の色度差は、色度に与える影響が大きいからである(図13参照)。

【0015】本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、その第1の目的は駆動電圧に対する色ずれが少ない多色発光装置を提供することであり、第2の目的は素子設計の自由度の高い多色発光装置を提供することにより製造負荷を低減することである。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記本発明の目的は、

1) 青色領域に発光極大波長を有する有機EL素子と、該波長より長波側に発光極大波長を有する有機EL素子を少なくとも備え、それぞれの有機EL素子がホストとドーパントを有する発光層を有し、各発光層のホストの発光波長領域が全て青色領域より短波側である多色発光装置、前記ホストの発光極大波長が415nm以下であること、前記ホストが同一の化合物であること、それぞれの有機EL素子が、発光層の一端部に隣接してなる正孔輸送層と、該正孔輸送層が隣接する端部とは異なる発光層の端部に隣接してなる電子輸送層を有し、それぞれの正孔輸送層が同一の化合物を有し、かつ、それぞれの電子輸送層が同一の化合物を有すること、前記それぞれの正孔輸送層の膜厚が同一であり、かつ、前記それぞれの電子輸送層の膜厚が同一であること、前記正孔輸送層の化合物の発光極大波長が415nm以下であること、前記電子輸送層の化合物の発光極大波長が415nm以下であること、青色領域に発光極大波長を有する有機EL素子より長波側に発光極大波長を有する有機EL素子として、緑色領域に発光極大波長を有するもの及び赤色領域に発光極大波長を有するものを備え、それぞれの有機EL素子の発光によって画像を表示するディスプレイ又は、光源であること、

2) 1)の多色発光装置を製造するにあたり、前記複数の有機EL素子のそれぞれの正孔輸送層をマスクせずに同時に成膜する行程と、前記複数の有機EL素子のそれぞれの発光層を、発光層毎にマスクをしてパターニングを行い成膜する行程と、前記複数の有機EL素子それぞれの電子輸送層をマスクせずに同時に成膜する行程とを有すること、真空蒸着法で前記成膜を行うこと、により達成された。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、実施の形態に基づいて本発明について詳細に説明するが、これらに限定されるものではない。

【0018】本発明に係る実施の形態の一例を図面に基づいて説明する。図1は、有機EL素子の発光により画像情報の表示を行う多色発光装置の模式図である。多色発光装置100は、複数の画素を有する表示部101、画像情報に基づいて表示部101の画像走査を行う制御部102等からなる。制御部102は、接続部103を介して表示部101と電気的に接続され、外部から送られた画像情報に基づいて、複数の画素それぞれに走査信号とデータ信号を送り画像走査により画素を発光させて表示部101に画像を表示する。画像走査では、複数の走査線を順次走査して走査線に接続された画素に走査信号を送り、走査信号が送られた画素はデータ信号に応じて発光する。

【0019】図2は、表示部101の模式図である。該表示部101はガラス基板1、配線部2、複数の画素3等を有する。表示部101の主要な部材の説明を以下に行う。

【0020】ガラス基板1は、ガラス、石英、樹脂等の透明材料や半透明材料からなり、画素3の発光した光が取り出される。また、ガラス基板1に色フィルターや蛍光物質を含む色変換膜、あるいは誘電体反射膜を付着させて、発光した光の波長の変換や発光した光を共振させても良い。配線部2は、導電材料からなる複数の走査線5と複数のデータ線6を備え、走査線5とデータ線6が格子状に直交し、直交する位置で画素部3に接続している。

【0021】複数の画素3は、走査線5から走査信号が印加されると、データ線6からデータ信号を受け取り、受け取った画像データに応じて発光する。複数の画素3それぞれの発光色はB、G、Rの各色であって、複数の画素3それぞれは表示部101にカラー画像の適切な表示を行える位置に配置されている。

【0022】次に、画素3の発光プロセスを説明する。図3は、画素3の模式図である。画素3は、複数の有機化合物からなる有機EL素子10、スイッチングトランジスタ11、駆動トランジスタ12、コンデンサ13等を備えている。

【0023】図において、制御部102からデータ線6を介してスイッチングトランジスタ11のドレインに画像データ信号が印加される。そして、制御部102から走査線5を介してスイッチングトランジスタ11のゲートに走査信号が印加されると、スイッチングトランジスタ11の駆動がオンし、ドレインに印加された画像データ信号がコンデンサ13と駆動トランジスタ12のゲートに伝達される。

【0024】画像データ信号の伝達により、コンデンサ

13が画像データ信号の電位に応じて充電されるとともに、駆動トランジスタ12の駆動がオンする。駆動トランジスタ12は、ドレインが電源ライン7に接続され、ソースが有機EL素子10の電極に接続されており、ゲートに印加された画像データ信号の電位に応じて電源ライン7から有機EL素子10に電流が供給される。

【0025】有機EL素子10は、複数の有機層と、該複数の有機層を挟んで対向する2つの電極を有し、電極を介して複数の有機層に電流が供給されると電流量に応じて所定の有機層が発光する。

【0026】制御部102の順次走査により走査信号が次の走査線5に移ると、スイッチングトランジスタ11の駆動がオフする。しかし、スイッチングトランジスタ11の駆動がオフしてもコンデンサ13は充電された画像データ信号の電位を保持するので、駆動トランジスタ12の駆動はオン状態が保たれて、次の走査信号の印加が行われるまで有機EL素子10の発光が継続する。順次走査により次に走査信号が印加されたとき、走査信号に同期した次の画像データ信号の電位に応じて駆動トランジスタ12が駆動して有機EL素子10が発光する。

【0027】すなわち、有機EL素子10の発光は、複数の画素3それぞれの有機EL素子10に対して、アクティブ素子であるスイッチングトランジスタ11と駆動トランジスタ12を設けて、複数の画素3それぞれの有機EL素子10の発光を行っている。このような発光方法をアクティブマトリクス方式と呼んでいる。

【0028】ここで、有機EL素子10の発光は、複数の階調電位を持つ多値の画像データ信号による複数の階調の発光でも良いし、2値の画像データ信号による所定の発光量のオン、オフでも良い。

【0029】また、コンデンサ13の電位の保持は、次の走査信号の印加まで継続して保持しても良いし、次の走査信号が印加される直前に放電させても良い。

【0030】本発明の多色発光装置は、上述したアクティブマトリクスの駆動方式に限らず、走査信号が走査されたときのみデータ信号に応じて有機EL素子を発光させるパッシブマトリクスの駆動方式でも良い。

【0031】有機EL素子10は複数層の有機化合物薄膜から構成される。ただし、該複数層構成において、有機物以外の層（例えばフッ化リチウム層や無機金属塩の層、またはそれらを含有する層など）が任意の位置に配置されていてもよい。

【0032】前記有機化合物薄膜は、一対の電極から注入された電子及び正孔が再結合して発光する領域（発光領域）を有する発光層および該発光層と隣接する隣接層の少なくとも2層を有する。前記発光領域は、発光層の層全体であってもよいし、発光層の厚みの一部分であってもよい。また、発光層と隣接層との界面であってもよい。本発明において、発光領域が2層にわたる場合には、どちらか一層を発光層ととらえ、もう一層を前記発

光層の隣接層ととらえる。

【0033】隣接層については後述するが、その機能によって大きくは正孔輸送層と電子輸送層に分類することができる。さらに細かく機能分類すると、正孔注入層、正孔輸送層、電子阻止層、電子注入層、電子輸送層、正孔阻止層等がある。

【0034】発光層のホストとドーパントとは、発光層を2種類以上の化合物から構成し、前記2種類以上の化合物の混合比(質量)で多い方がホストであり、少ない方がドーパントである。例えば発光層をA化合物、B化合物という2種で構成しその混合比がA:B=10:90であればA化合物がドーパントであり、B化合物がホストである。

【0035】更に発光層をA化合物、B化合物、C化合物の3種から構成しその混合比がA:B:C=5:10:85であればA化合物、B化合物がドーパントであり、C化合物がホストである。

【0036】ドーパントの混合比は好ましくは質量で0.001%以上50%未満であり、ホストの混合比は好ましくは質量で50%以上100%未満である。

【0037】本発明において、ホストの発光波長領域が青色領域より短波側であるとは、発光極大波長(蛍光極大波長)が440nm以下であることを言い、415nm以下であることがより好ましい。ホスト化合物が、蒸着可能な化合物であるならば蒸着膜、高分子化合物ならスピコートやキャストコートもしくはインクジェットなどの方法により当該ホスト化合物単独で膜の状態とし、当該膜において測定した発光極大波長(蛍光極大波長)が415nm以下ということである。

【0038】蛍光極大波長とは蛍光スペクトルにおける極大値を与える波長のことであり、その材料の物性を規定する指標である。もし、複数の極大波長がある場合は長波長側の方を蛍光極大波長とする。つまり、蛍光を与える励起状態が複数ある場合でも、一番エネルギーが低い最低励起状態のことを意味する。蛍光の強度は関係しない。蛍光強度が非常に弱い場合に於いても蛍光極大波長が青色領域、好ましくは415nm以下であればよい。さらに好ましくは400nm以下である。また、ホストの蛍光極大波長は、好ましくは200nm以上であり、より好ましくは300nm以上である。

【0039】正孔輸送層の化合物の発光極大波長(蛍光極大波長)が415nm以下、電子輸送層もしくは正孔素子層の化合物の発光極大波長(蛍光極大波長)が415nm以下についても、上記ホストの発光極大波長と同義である。正孔輸送層の化合物、電子輸送層の化合物についてもより好ましくはその発光極大波長が400nm以下である。また、正孔輸送層の化合物、電子輸送層の化合物についても好ましくは200nm以上、より好ましくは300nm以上である。

【0040】異なる発光極大波長を有する2種類以上の

有機EL素子とは、2種類以上の有機EL素子間で電界をかけたときに得られる発光の極大波長が10nm以上異なることをいい、好ましくは400nm~700nmの範囲である。また同一基板上に好ましくは3種類の有機EL素子を有し、その発光極大波長は好ましくはそれぞれ430nm~480nm(青色領域)、500nm~570nm(緑色領域)、570nm~680nm(赤色領域)である。

【0041】本発明において、一対の電極および有機化合物薄膜の層構成の好ましい具体例を以下に示すが、これに限定されるものではない。

- (i) 陽極/正孔輸送層/電子輸送型発光層/陰極
- (ii) 陽極/正孔輸送層/電子輸送型発光層/電子輸送層/陰極
- (iii) 陽極/正孔注入層/正孔輸送層/電子輸送型発光層/陰極
- (iv) 陽極/正孔輸送型発光層/電子輸送層/陰極
- (v) 陽極/正孔輸送層/正孔輸送型発光層/電子輸送層/陰極
- (vi) 陽極/正孔注入層/正孔輸送層/正孔輸送型発光層/電子輸送層/電子注入層/陰極
- (vii) 陽極/正孔輸送層/電子輸送型発光層/電子輸送層/陰極
- (viii) 陽極/正孔輸送型発光層/電子輸送層/電子注入層/陰極
- (ix) 陽極/正孔注入層/正孔輸送型発光層/正孔阻止層/電子輸送層/電子注入層/陰極

上記において、正孔輸送型発光層および電子輸送型発光層が本発明における発光層であり、また、該発光層に接して隣り合う層が隣接層である。

【0042】有機EL素子における陽極としては、仕事関数の大きい(4eV以上)金属、合金、電気伝導性化合物及びこれらの混合物を電極物質とするものが好ましく用いられる。このような電極物質の具体例としてはAuなどの金属、CuI、インジウムチンオキシド(ITO)、SnO₂、ZnOなどの導電性透明材料が挙げられる。また、IDIXO(In₂O₃-ZnO)など非晶質で透明導電膜を作製可能な材料を用いても良い。該陽極は、これらの電極物質を蒸着やスパッタリングなどの方法により、薄膜を形成させ、フォトリソグラフィ法で所望の形状のパターンを形成してもよく、あるいはパターン精度をあまり必要としない場合は(100μm以上程度)、上記電極物質の蒸着やスパッタリング時に所望の形状のマスクを介してパターンを形成してもよい。この陽極より発光を取り出す場合には、透過率を10%より大きくすることが望ましく、また、陽極としてのシート抵抗は数百Ω/□以下が好ましい。さらに膜厚は材料にもよるが、通常10nm~1μm、好ましくは10~200nmの範囲で選ばれる。

【0043】一方、陰極としては、仕事関数の小さい

(4 eV以下) 金属(電子注入性金属と称する)、合金、電気伝導性化合物及びこれらの混合物を電極物質とするものが用いられる。このような電極物質の具体例としては、ナトリウム、ナトリウム-カリウム合金、マグネシウム、リチウム、マグネシウム/銅混合物、マグネシウム/銀混合物、マグネシウム/アルミニウム混合物、マグネシウム/インジウム混合物、アルミニウム/酸化アルミニウム(Al_2O_3)混合物、インジウム、リチウム/アルミニウム混合物、希土類金属などが挙げられる。これらの中で、電子注入性及び酸化などに対する耐久性の点から、電子注入性金属とこれより仕事関数の値が大きく安定な金属である第二金属との混合物、例えばマグネシウム/銀混合物、マグネシウム/アルミニウム混合物、マグネシウム/インジウム混合物、アルミニウム/酸化アルミニウム(Al_2O_3)混合物、リチウム/アルミニウム混合物、アルミニウムなどが好適である。該陰極は、これらの電極物質を蒸着やスパッタリングなどの方法により、薄膜を形成させることにより、作製することができる。また、陰極としてのシート抵抗は数百 Ω/\square 以下が好ましく、膜厚は通常10 nm~1 μ m、好ましくは50~200 nmの範囲で選ばれる。

【0044】なお、発光を透過させるため、有機EL素子の陽極又は陰極のいずれか一方が、透明又は半透明であれば発光効率が向上し好都合である。

【0045】次に、本発明において、発光層と隣接する隣接層としての注入層、正孔輸送層、電子輸送層等について説明する。

【0046】注入層は必要に応じて設け、電子注入層と正孔注入層があり、上記のごとく陽極と発光層または正孔輸送層の間、および、陰極と発光層または電子輸送層との間に存在させてもよい。

【0047】注入層とは、駆動電圧低下や発光効率向上のために電極と有機層間に設けられる層のことで、「有機EL素子とその工業化最前線(1998年11月30日エヌ・ティー・エス社発行)」の第2編第2章「電極材料」(第123頁~第166頁)に詳細に記載されており、正孔注入層(陽極バッファ層)と電子注入層(陰極バッファ層)とがある。

【0048】陽極バッファ層(正孔注入層)は、特開平9-45479号、同9-260062号、同8-288069号等にもその詳細が記載されており、具体例として、銅フタロシアニンに代表されるフタロシアニンバッファ層、酸化バナジウムに代表される酸化物バッファ層、アモルファスカーボンバッファ層、ポリアニリン(エメラルディン)やポリチオフェン等の導電性高分子を用いた高分子バッファ層等が挙げられる。

【0049】陰極バッファ層(電子注入層)は、特開平6-325871号、同9-17574号、同10-74586号等にもその詳細が記載されており、具体的にはストロンチウムやアルミニウム等に代表される金属

バッファ層、フッ化リチウムに代表されるアルカリ金属化合物バッファ層、フッ化マグネシウムに代表されるアルカリ土類金属化合物バッファ層、酸化アルミニウムに代表される酸化物バッファ層等が挙げられる。

【0050】上記バッファ層(注入層)はごく薄い膜であることが望ましく、素材にもよるが、その膜厚は0.1~100 nmの範囲が好ましい。

【0051】阻止層は、上記のごとく、有機化合物薄膜の基本構成層の他に必要に応じて設けられるものである。例えば特開平11-204258号、同11-204359号、および「有機EL素子とその工業化最前線(1998年11月30日 エヌ・ティー・エス社発行)」の第237頁等に記載されている正孔阻止(ホールブロック)層がある。

【0052】正孔阻止層とは広い意味では電子輸送層であり、電子を輸送する機能を有しつつ正孔を輸送する能力が著しく小さい材料からなり、電子を輸送しつつ正孔を阻止することで電子と正孔の再結合確率を向上させることができる。

【0053】一方、電子阻止層とは広い意味では正孔輸送層であり、正孔を輸送する機能を有しつつ電子を輸送する能力が著しく小さい材料からなり、正孔を輸送しつつ電子を阻止することで電子と正孔の再結合確率を向上させることができる。

【0054】正孔輸送層とは正孔を輸送する機能を有する化合物(以下、材料とも称する)からなり、広い意味で正孔注入層、電子阻止層も正孔輸送層に含まれる。

【0055】正孔輸送層、電子輸送層は単層もしくは複数層設けることができる。本発明に係る有機EL素子においては、発光層のホスト材料、正孔輸送材料、電子輸送材料は限定しないが、発光層のホスト、発光層に隣接する正孔輸送層、発光層に隣接する電子輸送層すべての材料の発光(蛍光)極大波長が415 nm以下であることが好ましい。さらに好ましくはこれら全ての化合物が400 nm以下であることである。

【0056】従来、BGR等の異なる発光波長の有機EL素子を複数種用いて多色発光装置を設計する際、上述したような励起エネルギーの関係から来る色差の問題を回避するため、各有機EL素子別々に、ホスト材料、ドーパント材料、正孔輸送材料、電子輸送材料、および、それぞれの含有量を注意深く選択して正孔・電子輸送性をうまく制御しなければ、最適な発光を得ることができなかった。つまり、各有機EL素子それぞれ異なる材料を用いなければならず、また、最適な含有量が異なるため層の厚さも各有機EL素子によってまちまちであり、素子設計の自由度が狭く、並びに、製造コスト上のデメリットも大きかったが、発光(蛍光)極大波長が青色領域より短波側、好ましくは415 nm以下の材料をホストに用いることによって、複数種の有機EL素子のホスト材料を共通化することを達成した。

【0057】また、正孔輸送材料、電子輸送材料も発光（蛍光）極大波長が415nm以下の材料を用いることにより、複数種の有機EL素子の正孔輸送層および電子輸送層の共通化が達成できた。正孔輸送層と電子輸送層が共通化できるということは、多色発光装置において、素子の種類によらず同時に共通の同一層として製造が可能ということである。

【0058】次にドーパントについて述べる。原理としては2つ挙げられ、一つはキャリアが輸送されるホスト上でキャリアの再結合が起こってホスト化合物の励起状態が生成し、このエネルギーをドーパントに移動させることでドーパントからの発光を得るというエネルギー移動型、もう一つはドーパントがキャリアトラップとなり、ドーパント化合物上でキャリアの再結合が起こりドーパントからの発光が得られるというキャリアトラップ型であるが、いずれの場合においても、ドーパント化合物の励起状態のエネルギーはホスト化合物の励起状態のエネルギーよりも低いことが条件である。

【0059】また、エネルギー移動型ではエネルギー移動をしやすい条件として、ホストの発光とドーパントの吸収の重なり積分が大きい方がよい。キャリアトラップ型ではキャリアトラップしやすいエネルギー関係であることが必要である。例えば電子のキャリアトラップはホストの電子親和力（LUMOレベル）よりもドーパントの電子親和力（LUMOレベル）の方が大きい必要がある。逆に正孔のキャリアトラップはドーパントのイオン化ポテンシャル（HOMOレベル）よりもドーパントのイオン化ポテンシャル（HOMOレベル）が小さい必要がある。

【0060】これらのことから、ドーパントには色純度を含めた発光色と発光効率からドーパント化合物の選択が可能で、ホスト化合物はキャリア輸送性が良く、更に上記のエネルギー関係を満たすものから選ばれる。

【0061】発光層のドーパントは、EL素子のドーパントとして使用される公知のものの中から任意のものを選択して用いることができるが、蛍光または燐光を発する有機化合物または錯体であることが好ましい。

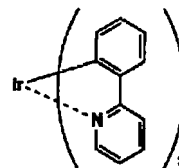
【0062】蛍光ドーパントとしてはレーザー色素に代表される蛍光量子収率が高い化合物が望ましい。リン光ドーパントとしては室温でリン光発光可能な化合物、例えばイリジウム錯体、白金錯体、ユーロピウム錯体が望ましいがこれに限定されない。

【0063】以下にドーパント材料を挙げるがこれに限定されるものではない。

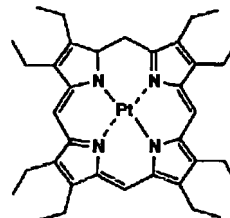
【0064】

【化1】

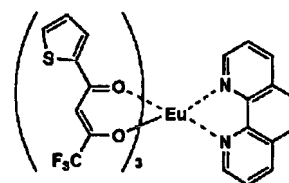
1-1



1-2



1-3



【0065】発光層のホスト化合物（以下、材料とも称する）は、有機化合物または錯体であることが好ましく、本発明においては、好ましくは発光（蛍光）極大波長が415nm以下である。ホスト材料の該極大波長を415nm以下にすることにより可視光、特にBGR発光が可能となる。

【0066】つまり発光（蛍光）極大波長を415nm以下にすることにより通常の π 共役蛍光もしくはリン光材料は π - π 吸収を420nm以下に有することからエネルギー移動型のドーパント発光が可能である。また415nm以下の蛍光を有することから非常にワイドエネルギーギャップ（イオン化ポテンシャル-電子親和力、HOMO-LUMO）であるので、キャリアトラップ型にも有利に働く。

【0067】このようなホスト材料としては、有機EL素子に使用される公知のものの中から任意のものを選択して用いることができ、また前記の正孔輸送材料や電子輸送材料の殆どが発光層ホスト材料としても使用できる。

【0068】ポリビニルカルバゾールやポリフルオレンのような高分子材料でも良く、さらに前記ホスト材料を高分子鎖に導入した、または前記ホスト材料を高分子の主鎖とした高分子材料を使用しても良い。

【0069】ホスト材料としては、正孔輸送能、電子輸送能を有しつつかつ、発光の長波長化を防ぎ、なおかつ高T_g（ガラス転移温度）である化合物が好ましい。

【0070】このような有機化合物は、例えば π 電子平面を立体障害等の効果により非平面的とすることで得られる。例としてはトリアリールアミンのアリール基のオルト位（窒素原子から見た）に立体障害性の置換基を導入することが挙げられる。これによりねじれ角を増強される。即ち、メチル基、*tert*-ブチル基、イソプロピル基、ナフチル基のペリ位水素原子等、立体障害のある置換基を有機化合物内に効果的に配置することにより、高T_g正孔輸送化合物、高T_g電子輸送化合物のT_gを下げることなく、多少の正孔輸送能、電子輸送能の低下が見られるが短波長発光を有する発光材料が得られる。但し、置換基は上記に限定するものではない。

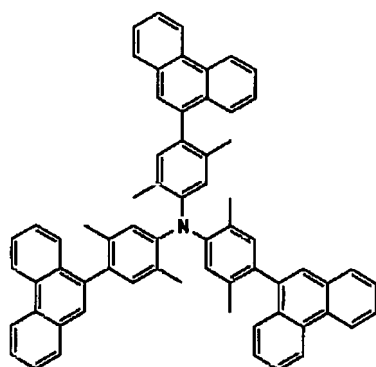
【0071】また、芳香環に共役する基を導入する場合に非共役する位に導入する（例えば、トリフェニルアミンの場合フェニル基のメタ位）ことでも得られる。

【0072】このように立体障害置換基を有する発光材料、非共役型発光材料の化合物例を以下に挙げるがこれに限定されるものではない。

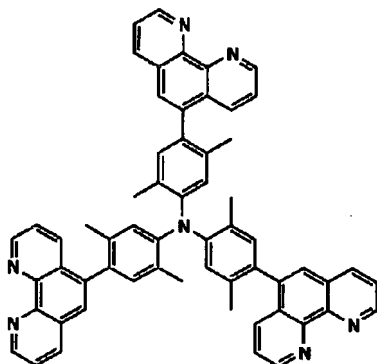
【0073】

【化2】

2-i



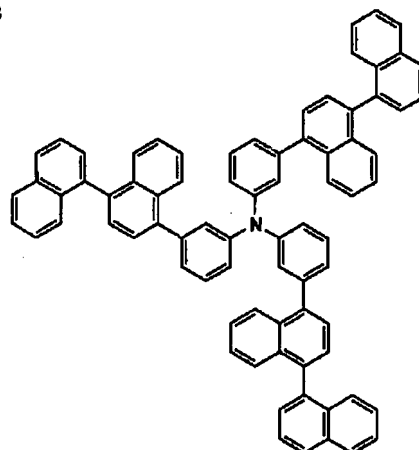
2-2



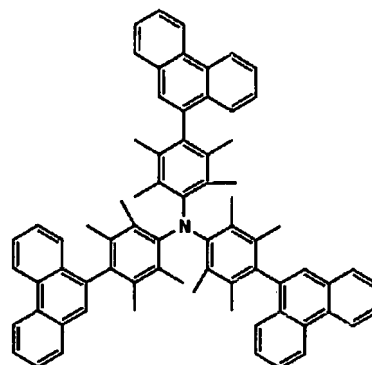
【0074】

【化3】

2-3



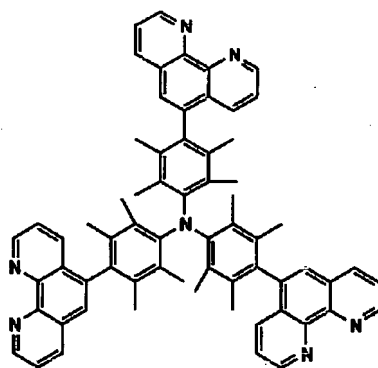
2-4



【0075】

【化4】

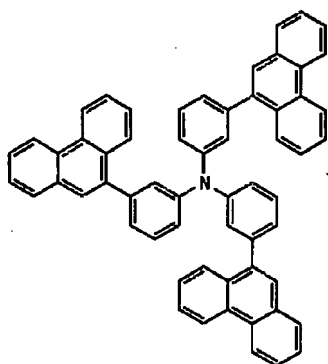
2-5



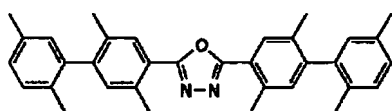
【0076】

【化5】

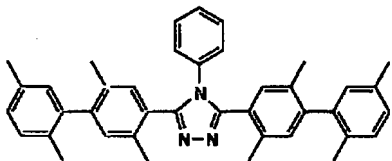
2-6



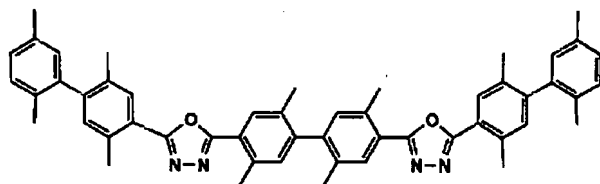
2-7



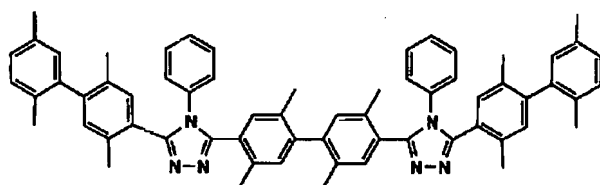
2-8



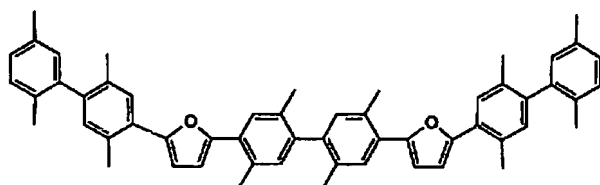
2-9



2-10

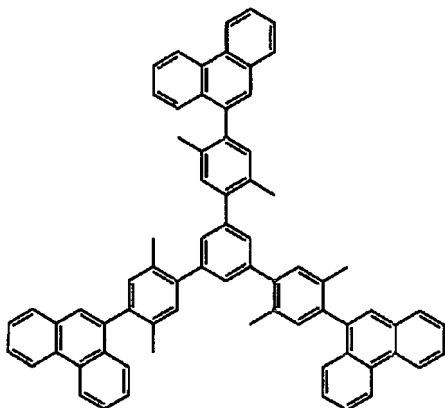


2-11

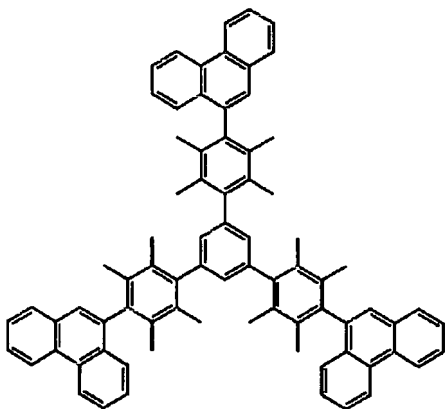


【0077】
【化6】

2-12



2-13



【0078】正孔輸送層とは正孔を輸送する機能を有する化合物（以下、材料とも称する）からなり、広い意味で正孔注入層、電子阻止層も正孔輸送層に含まれる。正孔輸送層は単層もしくは複数層設けることができる。

【0079】正孔輸送材料としては、特に制限はなく、従来、光導伝材料において、正孔の電荷注入輸送材料として慣用されているものやEL素子の正孔注入層、正孔輸送層に使用される公知のものの中から任意のものを選択して用いることができる。

【0080】正孔輸送材料は、正孔の注入もしくは輸送、電子の障壁性のいずれかを有するものであり、有機物、無機物のいずれであってもよい。例えばトリアゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、ポリアリーールアルカン誘導体、ピラゾリン誘導体及びピラズロン誘導体、フェニレンジアミン誘導体、アリーールアミン誘導体、アミノ置換カルコン誘導体、オキサゾール誘導体、スチリルアントラセン誘導体、フルオレノン誘導体、ヒドラゾン誘導体、スチルベン誘導体、シラザン誘導体、アニリン系共重合体、また、導電性高分子オリゴマー、特にチオフェンオリゴマーなどが挙げられる。

【0081】正孔輸送材料としては、上記のものを使用することができるが、ポルフィリン化合物、芳香族第三

級アミン化合物及びスチリルアミン化合物、特に芳香族第三級アミン化合物を用いることが好ましい。

【0082】芳香族第三級アミン化合物及びスチリルアミン化合物の代表例としては、N, N, N', N'-テトラフェニル-4, 4'-ジアミノフェニル；N, N'-ジフェニル-N, N'-ビス（3-メチルフェニル）-〔1, 1'-ビフェニル〕-4, 4'-ジアミン（TPD）；2, 2-ビス（4-ジ-p-トリルアミノフェニル）プロパン；1, 1-ビス（4-ジ-p-トリルアミノフェニル）シクロヘキサン；N, N, N', N'-テトラ-p-トリル-4, 4'-ジアミノビフェニル；1, 1-ビス（4-ジ-p-トリルアミノフェニル）-4-フェニルシクロヘキサン；ビス（4-ジメチルアミノ-2-メチルフェニル）フェニルメタン；ビス（4-ジ-p-トリルアミノフェニル）フェニルメタン；N, N'-ジフェニル-N, N'-ジ（4-メトキシフェニル）-4, 4'-ジアミノビフェニル；N, N, N', N'-テトラフェニル-4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル；4, 4'-ビス（ジフェニルアミノ）クオードリフェニル；N, N, N-トリ（p-トリル）アミン；4-（ジ-p-トリルアミノ）-4'-〔4-（ジ-p-トリルアミノ）スチリル〕スチルベン；4-N, N-ジフェニルアミノ-（2-ジフェニルビニル）ベンゼン；3-メトキシ-4'-N, N-ジフェニルアミノスチルベンゼン；N-フェニルカルバゾール、さらには、米国特許第5, 061, 569号明細書に記載されている2個の縮合芳香族環を分子内に有するもの、例えば4, 4'-ビス〔N-（1-ナフチル）-N-フェニルアミノ〕ビフェニル（NPD）、特開平4-308688号公報に記載されているトリフェニルアミンユニットが3つスターバースト型に連結された4, 4', 4''-トリス〔N-（3-メチルフェニル）-N-フェニルアミノ〕トリフェニルアミン（MTDATA）などが挙げられる。

【0083】さらにこれらの材料を高分子鎖に導入した、またはこれらの材料を高分子の主鎖とした高分子材料を用いることもできる。

【0084】また、p型-Si, p型-SiCなどの無機化合物も正孔注入材料、正孔輸送材料として使用することができる。

【0085】また、本発明においては発光層に隣接してなる正孔輸送層の正孔輸送材料は415nm以下に蛍光極大波長を有することが好ましい。

【0086】すなわち、発光層に隣接する正孔輸送材料は、正孔輸送能を有しつつかつ、発光の長波長化を防ぎ、なおかつ高Tgである化合物が好ましい。

【0087】このような有機化合物は具体的な一例としてはπ電子平面を立体障害等の効果により非平面的することで得られる。例としてはトリアリールアミンのアリール基のオルト位（窒素原子から見た）に立体障害性の

置換基を導入することが挙げられる。これによりねじれ角を増強される。即ち、メチル基、ヒープチル基、イソプロピル基、ナフチル基のペリ位水素原子等の立体障害のある置換基を有機化合物内に効果的に配置することにより、高Tg正孔輸送化合物のTgを下げることなく、多少の正孔輸送能の低下が見られるが短波長発光を有する正孔輸送化合物が得られる。但し、置換基は上記に限定されるものではない。

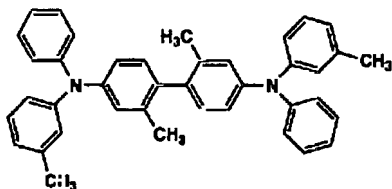
【0088】また、芳香環に共役する基を導入する場合に非共役する位に導入する（例えば、トリフェニルアミンの場合フェニル基のメタ位）ことも得られる。

【0089】このように立体障害置換基を有する正孔輸送材料及び非共役型正孔輸送材料の化合物例を以下に挙げるがこれに限定されるものではない。

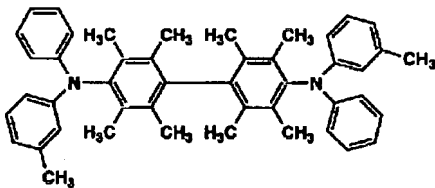
【0090】

【化7】

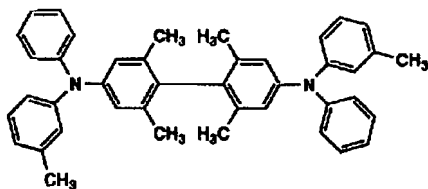
3-1



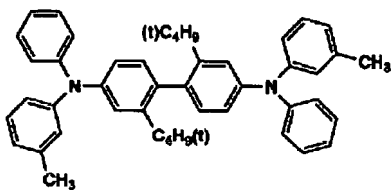
3-2



3-3



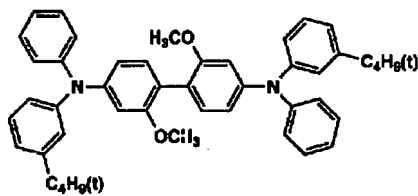
3-4



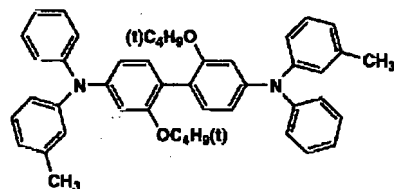
【0091】

【化8】

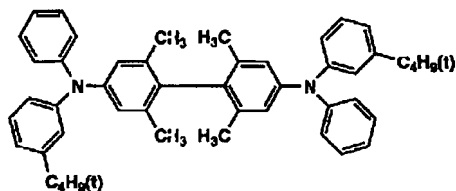
3-5



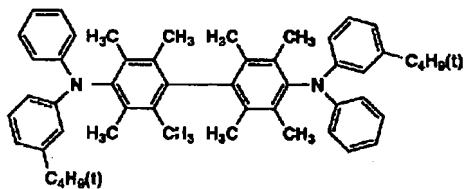
3-6



3-7



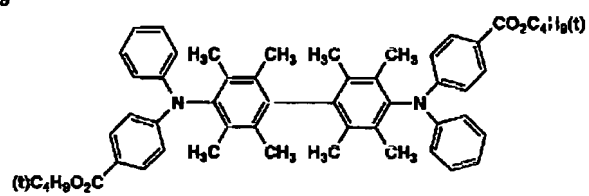
3-8



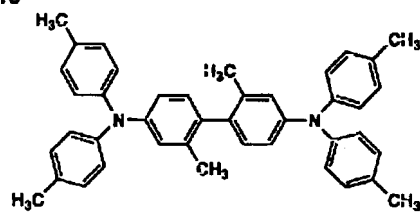
【0092】

【化9】

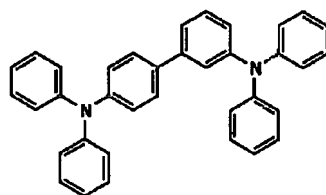
3-9



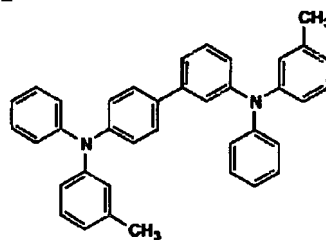
3-10



3-11



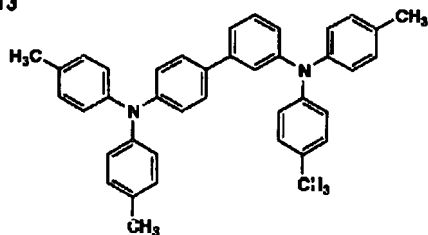
3-12



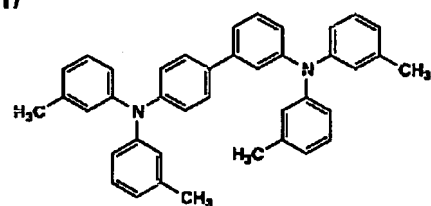
【0093】

【化10】

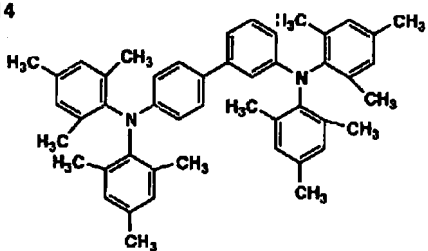
3-13



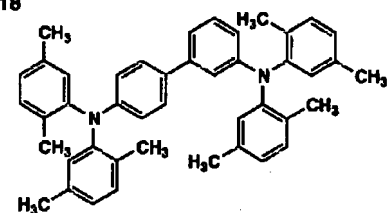
3-17



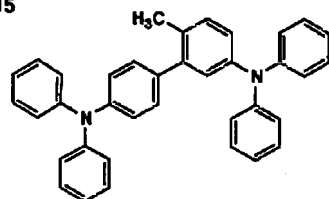
3-14



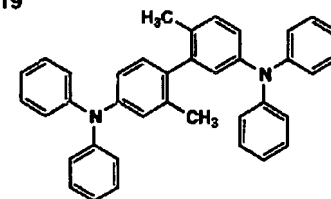
3-18



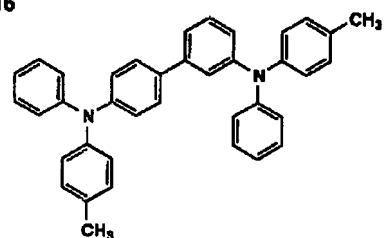
3-15



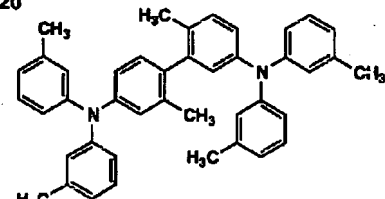
3-19



3-16



3-20



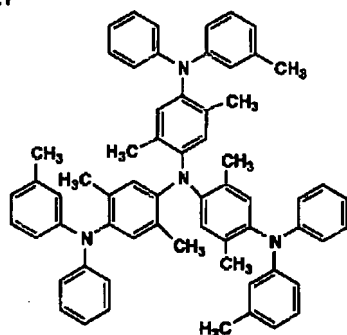
【0095】

【化12】

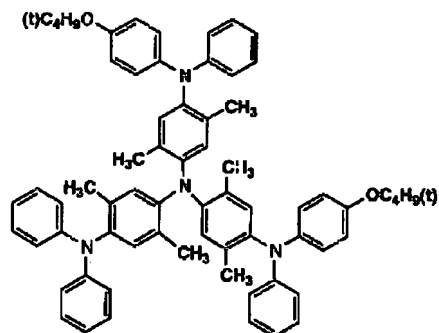
【0094】

【化11】

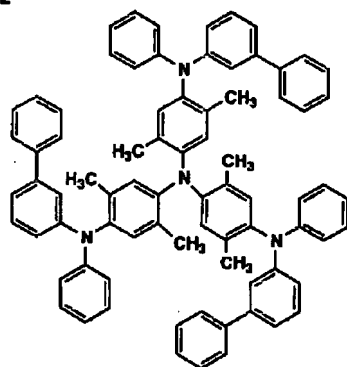
3-21



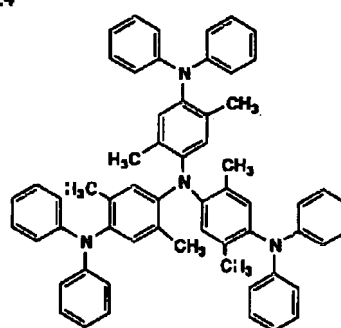
3-23



3-22

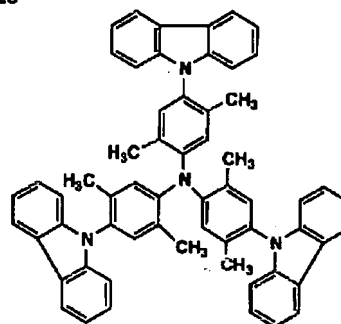


3-24

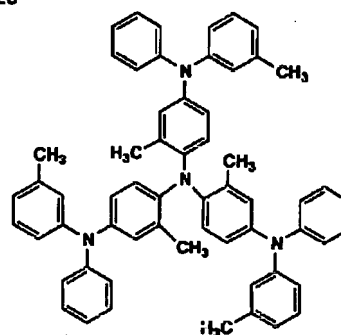


【0096】
【化13】

【0097】
【化14】
3-25

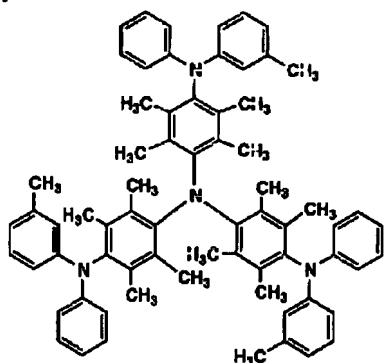


3-26

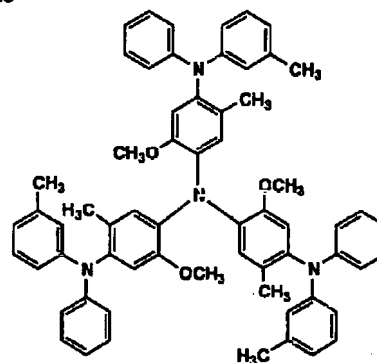


【0098】
【化15】

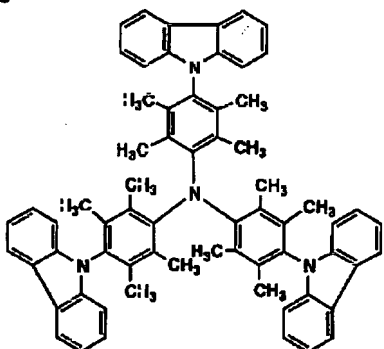
3-27



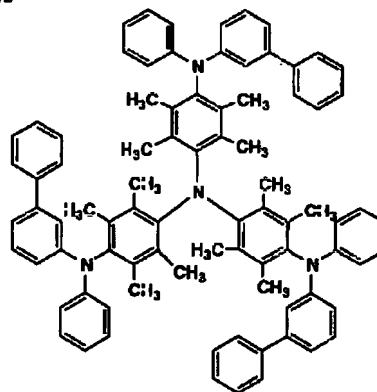
3-29



3-28



3-30



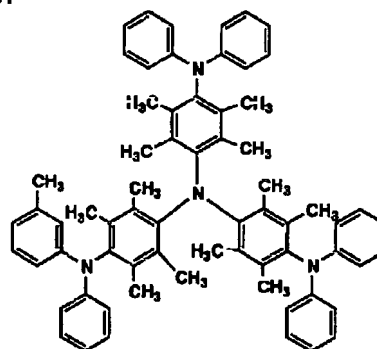
【0099】

【化16】

【0100】

【化17】

3-31



【0101】この正孔輸送層は、上記正孔輸送材料を、例えば真空蒸着法、スピンコート法、キャスト法、インクジェット法、LB法などの公知の方法により、薄膜化することにより形成することができる。正孔輸送層の膜厚については特に制限はないが、通常は5nm～5μm程度である。この正孔輸送層は、上記材料の一種又は二種以上からなる一層構造であっても良い。

【0102】電子輸送層とは電子を輸送する機能を有する材料からなり、広い意味で電子注入層、正孔阻止層も電子輸送層に含まれる。電子輸送層は単層もしくは複数層設けることができる。

【0103】電子輸送化合物（以下、材料とも称する）

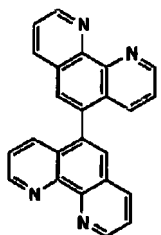
としては、特に制限はなく、従来のEL素子の電子輸送材料に使用される公知のものの中から任意のものを選択して用いることができる。

【0104】この電子輸送材料の例としては、フェナントロリン誘導体、ビピリジン誘導体、ニトロ置換フルオレン誘導体、ジフェニルキノン誘導体、チオピランジオキシド誘導体、ナフタレンペリレンなどの複素環テトラカルボン酸無水物、カルボジイミド、フレオレニリデンメタン誘導体、アントラキノジメタン及びアントロン誘導体、オキサジアゾール誘導体などが挙げられる。さらに、上記オキサジアゾール誘導体において、オキサジアゾール環の酸素原子を硫黄原子に置換したチアジアゾール誘導体、電子吸引基として知られているキノキサリン環を有するキノキサリン誘導体も、電子輸送材料、電子注入材料として用いることができる。

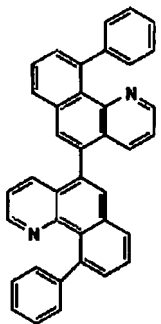
【0105】さらにこれらの材料を高分子鎖に導入した、またはこれらの材料を高分子の主鎖とした高分子材料を用いることもできる。

【0106】また金属錯体を用いることもできる。また、本発明においては発光層に隣接してなる電子輸送層の電子輸送材料は415nm以下に蛍光極大波長を有することが好ましい。つまり、発光層に隣接する電子輸送材料は、電子輸送能を有しつつかつ、発光の長波長化を防ぎ、なおかつ高Tgである化合物が好ましい。

4-6



4-8



【0112】この電子輸送層は、上記化合物を、例えば真空蒸着法、スピンコート法、キャスト法、LB法、インクジェット法などの公知の薄膜化法により製膜して形成することができる。電子輸送層、電子注入層としての膜厚は、特に制限はないが、通常は0.1nm～5μm

【0107】このような有機化合物は具体的な一例としてはπ電子平面を立体障害等の効果により非平面的なことで得られる。例としてはトリアールアミンのアール基のオルト位（窒素原子から見た）に立体障害性の置換基を導入することが挙げられる。これによりねじれ角を増強される。

【0108】すなわち、メチル基、tertブチル基、イソプロピル基、ナフチル基のペリ位水素原子等の立体障害のある置換基を有機化合物内に効果的に配置することにより、高Tg電子輸送化合物のTgを下げることなく、多少の電子輸送能の低下が見られるが短波長発光を有する電子輸送化合物が得られる。但し、置換基は上記に限定されるものではない。

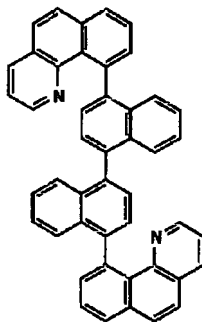
【0109】また、芳香環に共役する基を導入する場合に非共役する位に導入する（例えば、トリフェニルアミンの場合フェニル基のメタ位）ことでも得られる。

【0110】このように立体障害置換基を有する電子輸送材料および非共役型電子輸送材料の化合物例として、先に挙げた2-7～2-11（4-1～4-5とする）、2-12（4-9）、2-13（4-10）や、以下のものが挙げられるがこれに限定されるものではない。

【0111】

【化18】

4-7



の範囲で選ばれる。この電子輸送層、電子注入層は、これらの電子輸送材料一種又は二種以上からなる一層構造であってもよい。

【0113】本発明に係る有機EL素子において、有機化合物薄膜を構成する全材料のそれぞれのTgは、10

0℃以上であることが、有機EL素子の寿命を延ばすことになり好ましい。また、有機EL素子自体にフレキシブル性を与えることになる。Tgは、示差走査熱量測定法(DSC)により測定される。

【0114】本発明に係る有機EL素子に好ましく用いられる基体は、ガラス、プラスチックなどの種類には特に限定はなく、また、透明のものであれば特に制限はないが、好ましく用いられる基板としては例えばガラス、石英、光透過性樹脂フィルムを挙げることができる。特に好ましい基体は、有機EL素子にフレキシブル性を与えることが可能な樹脂フィルムである。

【0115】樹脂フィルムとしては、例えばポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリエチレンナフタレート(PEN)、ポリエーテルスルホン(PES)、ポリエーテルイミド、ポリエーテルエーテルケトン、ポリフェニレンスルフィド、ポリアリレート、ポリイミド、ポリカーボネート(PC)、セルローストリアセテート(TAC)、セルロースアセテートプロピオネート(CAP)等からなるフィルム等が挙げられる。

【0116】樹脂フィルムの表面には、無機物もしくは有機物の被膜またはその両者のハイブリッド被膜が形成されていても良い。

【0117】本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子の発光の室温における外部取り出し効率 η_{out} は1%以上であることが好ましく、より好ましくは2%以上である。ここに、外部取り出し量子効率(%) = 有機EL素子外部に発光した光子数/有機EL素子に流した電子数 $\times 100$ である。

【0118】またカラーフィルター等の色相改良フィルター等を併用しても良い。本発明の多色発光装置は少なくとも2種類の異なる発光極大波長を有する有機EL素子からなるが、有機EL素子を作製する好適な例を説明する。例として、陽極/正孔注入層/正孔輸送層/正孔輸送型発光層/電子輸送層/電子注入層/陰極からなるEL素子の作製法について説明すると、まず適当な基体上に、所望の電極物質、例えば陽極用物質からなる薄膜を、1 μm 以下、好ましくは10~200nmの範囲の膜厚になるように、蒸着やスパッタリングなどの方法により形成させ、陽極を作製する。次に、この上に素子材料である正孔注入層、正孔輸送層、正孔輸送型発光層、電子輸送層、電子注入層、正孔阻止層の有機化合物薄膜を形成させる。

【0119】この有機化合物薄膜の薄膜化の方法としては、前記の如くスピンコート法、キャスト法、インクジェット法、蒸着法、印刷法などがあるが、均質な膜が得られやすく、かつピンホールが生成しにくいなどの点から、真空蒸着法またはスピンコート法が特に好ましい。さらに層ごとに異なる製膜法を適用しても良い。製膜に蒸着法を採用する場合、その蒸着条件は、使用する化合物の種類などにより異なるが、一般にボート加熱温度5

0~450℃、真空度 10^{-6} ~ 10^{-2} Pa、蒸着速度0.01~50nm/秒、基板温度-50~300℃、膜厚0.1nm~5 μm の範囲で適宜選ぶことが望ましい。

【0120】これらの層の形成後、その上に陰極用物質からなる薄膜を、1 μm 以下好ましくは50~200nmの範囲の膜厚になるように、例えば蒸着やスパッタリングなどの方法により形成させ、陰極を設けることにより、所望のEL素子が得られる。この有機EL素子の作製は、一回の真空引きで一貫して正孔注入層から陰極まで作製するのが好ましいが、途中で取り出して異なる製膜法を施してもかまわない。その際には作業を乾燥不活性ガス雰囲気下で行う等の配慮が必要となる。

【0121】本発明の多色発光装置は、請求項16に係る発明で製造するのが最も簡略な形態で、発光層形成時のみ、有機EL素子ごとに発光層を形成するだけで多色発光を得られる。このときの発光層の形成は、通常、シャドーマスクを設けることで得られる。この場合は他層は共通であるのでシャドーマスクなどのパターンニングは不要であり、一面に蒸着法、キャスト法、スピンコート法、インクジェット法、印刷法等で膜を形成できる。

【0122】発光層のみパターンニングを行う場合、その方法に限定はないが、好ましくは蒸着法、インクジェット法、印刷法である。蒸着法を用いる場合においてはシャドーマスクを用いたパターンニングが好ましい。

【0123】また作製順序を逆にして、陰極、電子注入層、電子輸送層、正孔輸送型発光層、正孔輸送層、正孔注入層、陽極の順に作製することも可能である。

【0124】多色発光装置の製造方法に係る発明については後述の実施例に詳述する。このようにして得られた多色発光装置に、直流電圧を印加する場合には、陽極を+、陰極を-の極性として電圧2~40V程度を印加すると、発光が観測できる。また、逆の極性で電圧を印加しても電流は流れずに発光は全く生じない。さらに、交流電圧を印加する場合には、陽極が+、陰極が-の状態になったときのみ発光する。なお、印加する交流の波形は任意でよい。

【0125】本発明の多色発光装置は、表示デバイス、ディスプレイ、各種発光光源として用いることができる。表示デバイス、ディスプレイにおいて、青、赤、緑発光の3種の有機EL素子を用いることにより、フルカラーの表示が可能となる。

【0126】表示デバイス、ディスプレイとしてはテレビ、パソコン、モバイル機器、AV機器、文字放送表示、自動車内の情報表示等が挙げられる。特に静止画像や動画像を再生する表示装置として使用しても良く、動画再生用の表示装置として使用する場合は駆動方式は単純マトリックス(パッシブマトリックス)方式でもアクティブマトリックス方式でもどちらでも良い。

【0127】発光光源としては家庭用照明、車内照明、

時計や液晶用のバックライト、看板広告、信号機、光記憶媒体の光源、電子写真複写機の光源、光通信処理機の光源、光センサーの光源等が挙げられるがこれに限定するものではない。

【0128】また、本発明に係る有機EL素子に共振器構造を持たせた有機EL素子として用いても良い。

【0129】このような共振器構造を有した有機EL素子の使用目的としては光記憶媒体の光源、電子写真複写機の光源、光通信処理機の光源、光センサーの光源等が挙げられるがこれに限定するものではない。また、レーザー発振をさせることにより、上記用途に使用しても良い。

【0130】

【実施例】以下、実施例を挙げて本発明を詳細に説明するが、本発明の態様はこれに限定されない。

【0131】実施例1

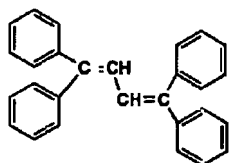
ガラス基板1上に図4の様にITOを膜厚200nmで蒸着して陽極20（シート抵抗30Ω/□）を形成した。この陽極20上に、真空蒸着法により化合物3-21を膜厚33nmに一面蒸着して正孔輸送層21を形成した。次いで、図5に示すシャドーマスクをかけ化合物2-1とテトラフェニルブタジエン（TPB）を共蒸着（化合物2-1：TPB=95：5）し、膜厚33nmに蒸着して青色発光層22を形成した。

【0132】次にシャドーマスクを横にずらし、化合物化合物2-1と化合物クマリン6を共蒸着（化合物2-1：クマリン6=97：3）し、膜厚33nmに蒸着して緑色発光層23を形成した。更にシャドーマスクを横にずらし、化合物2-1と化合物DCM IIを共蒸着（化合物2-1：DCM II=97：3）し、膜厚33nmに蒸着して赤色発光層24を形成した。

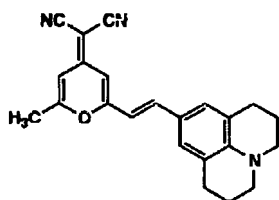
【0133】

【化19】

TPB



DCM II

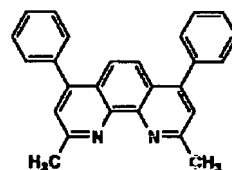


【0134】シャドーマスクをはずし、その上にBCを膜厚33nmで一面に蒸着して電子輸送層25とした。

【0135】

【化20】

BC



【0136】次にLiFを0.5nmで一面に蒸着して電子注入層26を形成した。最後に図6で示されるシャドーマスクをかけA1を膜厚200nm蒸着して陰極27を形成することで図7に層構成で示す多色発光装置No.1を作製した。

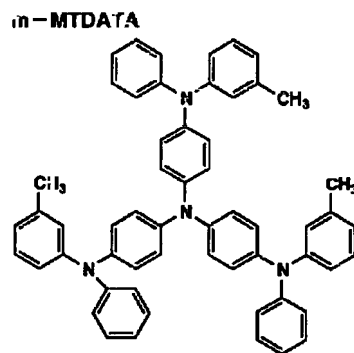
【0137】膜状態での蛍光極大波長は化合物3-21（正孔輸送層）が393nm、化合物2-1（発光層のホスト材料）が398nm、BC（電子輸送層）が398nmで、作製した多色発光装置の発光特性は、青色発光素子：発光極大波長440nm
緑色発光素子：発光極大波長510nm
赤色発光素子：発光極大波長580nmであった。

【0138】実施例2

同様にガラス基板1上にITOを膜厚200nmで蒸着して陽極20（シート抵抗30Ω/□）を形成した。この陽極上に、真空蒸着法によりm-MTDATAを膜厚30nmに一面蒸着して正孔注入層28を形成した。次いで真空蒸着法により化合物3-21を膜厚30nmで一面に蒸着し正孔輸送層21とした。

【0139】

【化21】



【0140】次いで、図5に示すシャドーマスクをかけ化合物2-1と化合物TPBを共蒸着（化合物2-1：TPB=95：5）し、膜厚33nmに蒸着して青色発光層22を形成した。次にシャドーマスクを横にずらし、化合物2-1と化合物クマリン6を共蒸着（化合物2-1：クマリン6=97：3）し、膜厚33nmに蒸着して緑色発光層23を形成した。更にシャドーマスクを横にずらし、化合物2-1と化合物DCM IIを共蒸着（化合物2-1：DCM II=97：3）し、膜厚3

3 nmに蒸着して赤色発光層24を形成した。

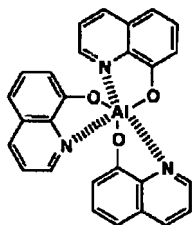
【0141】シャドーマスクをはずし、その上に化合物4-9を膜厚10 nmで一面に蒸着して正孔阻止層29とした。

【0142】更にAlq3を膜厚40 nmに一面蒸着し電子輸送層25とした。

【0143】

【化22】

Alq3



【0144】次にLiFを0.5 nmで一面蒸着して電子注入層26を形成した。最後に図6で示されるシャドーマスクをかけAlを膜厚200 nm蒸着して陰極27を形成し多色発光装置No. 2を作製した。これを図8に示す。

【0145】膜状態での蛍光極大波長は、m-MTDA TAが429 nm、化合物3-21（正孔輸送層）が393 nm、化合物2-1（発光層のホスト材料）が398 nm、化合物4-9が395 nm、Alq3が520 nmで、作製した多色発光装置の発光特性は、
青色発光素子：発光極大波長440 nm
緑色発光素子：発光極大波長510 nm
赤色発光素子：発光極大波長580 nm
であった。

【0146】実施例3

実施例2において赤色発光層ホスト材料のみ化合物3-1に変えた以外は全く同様にして多色発光装置No. 3を作製した。

【0147】化合物3-1の膜状態での蛍光極大波長は385 nmで、作製した多色発光装置の発光特性は、
青色発光素子：発光極大波長440 nm
緑色発光素子：発光極大波長510 nm
赤色発光素子：発光極大波長580 nm
であった。

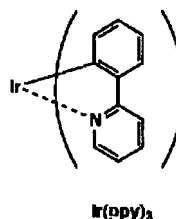
【0148】実施例4

実施例1と同様にガラス基板1上にITOを膜厚200 nmで蒸着して陽極20（シート抵抗30 Ω/□）を形成した。この陽極上に、真空蒸着法によりm-MTDA TAを膜厚30 nmに一面蒸着して正孔注入層28を形成した。次いで真空蒸着法により化合物3-1を膜厚30 nmで一面に蒸着し正孔輸送層21とした。次いで、図5に示すシャドーマスクをかけ化合物3-1と化合物TPBを共蒸着（化合物3-1：TPB=95：5）し、膜厚33 nmに蒸着して青色発光層22を形成し

た。次にシャドーマスクを横にずらし、化合物3-1とIr(ppy)₃を共蒸着（化合物3-1：Ir(ppy)₃=95：5）し、膜厚33 nmに蒸着して緑色発光層23を形成した。

【0149】

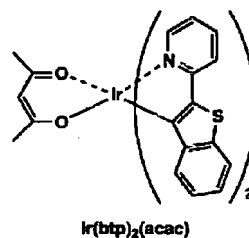
【化23】



【0150】更にシャドーマスクを横にずらし、化合物3-1と化合物Ir(btp)₂(acac)を共蒸着（化合物3-1：Ir(btp)₂(acac)=95：5）し、膜厚33 nmに蒸着して赤色発光層24を形成した。

【0151】

【化24】



【0152】シャドーマスクをはずし、その上に化合物4-9を膜厚10 nmで一面に蒸着して正孔阻止層29とした。

【0153】更にAlq3を膜厚40 nmに一面蒸着し電子輸送層25とした。次にLiFを0.5 nmで一面蒸着して電子注入層26を形成した。

【0154】最後に図6で示されるシャドーマスクをかけAlを膜厚200 nmで蒸着して陰極27を形成し多色発光装置No. 4を作製した。これを図9に示す。

【0155】膜状態での蛍光極大波長は、m-MTDA TAが429 nm、化合物3-1が385 nm、化合物4-9が395 nm、Alq3が520 nmで、作製した多色発光装置の発光特性は、
青色発光素子：発光極大波長440 nm
緑色発光素子：発光極大波長525 nm
赤色発光素子：発光極大波長615 nm
であった。尚、緑色発光素子は525 nmおよび545 nmに複数の発光ピークを有するが、525 nmは最も高いピークである。

【0156】実施例5

実施例1において、赤色発光層、緑色発光層および青色発光層の厚さを15 nmに変更した以外は実施例1と同様にして多色発光装置No. 5を作製した。作製した多

色発光装置の発光特性は、

青色発光素子：発光極大波長440nm

緑色発光素子：発光極大波長510nm

赤色発光素子：発光極大波長580nm

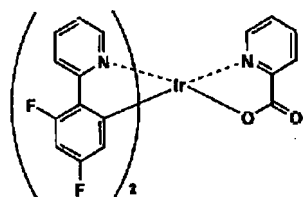
であった。

【0157】実施例6

実施例1のTPBをFIr(pic)に変え、共蒸着比率を化合物2-1：FIr(pic)=93：7に変更、クマリン6をIr(ppy)₃に変え、共蒸着比率を化合物2-1：Ir(ppy)₃=93：7に変更、DCM IIをIr(btp)₂(acac)に変え、共蒸着率を化合物2-1：Ir(btp)₂(acac)=93：7に変更した以外は、実施例1と同様にして多色発光装置No. 6を作製した。

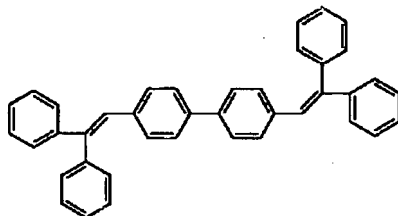
【0158】

【化25】

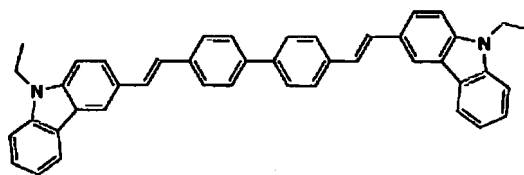


FIr(pic)

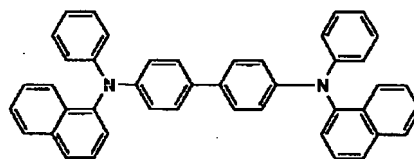
UPV:3i



3CzVBi



α-NPD



【0162】更にAlq3を20nm真空蒸着し電子輸送層25とした。これを青色発光素子とした。

【0163】次にシャドーマスクを横にずらし、陽極上にm-MTDATAを20nm真空蒸着し正孔注入層28とした。更にα-NPDを30nm真空蒸着し正孔輸送層21とした。

【0164】

【化27】

【0159】作製した多色発光装置の発光特性は、

青色発光素子：発光極大波長475nm

緑色発光素子：発光極大波長525nm

赤色発光素子：発光極大波長615nm

であった。

【0160】比較例1

ガラス基板1上にITOを膜厚200nmで蒸着して陽極20(シート抵抗30Ω/□)を形成した。この陽極上20に、図5に示すシャドーマスクをかけ化合物真空蒸着法によりm-MTDATAを膜厚20nmに真空蒸着して正孔注入層28を形成した。更にTPDを膜厚60nmに真空蒸着して正孔輸送層21とした。その上にDPVBiとBCzVBiを共蒸着(DPVBi：BCzVBi=97：3)し膜厚40nmとし青色発光層22とした。

【0161】

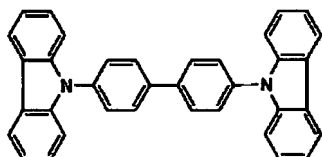
【化26】

【0165】その上にCBPとIr(ppy)₃を共蒸着(CBP：Ir(ppy)₃=95：5)し膜厚20nmとし緑色発光層23とした。

【0166】

【化28】

CBP



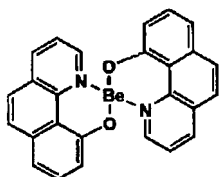
【0167】次いでBCを膜厚10nmに真空蒸着し正孔阻止層29とした。更にAlq3を40nm真空蒸着し電子輸送層25とした。これを緑色発光素子とした。

【0168】更にシャドーマスクを横にずらし、陽極上にm-MTDATAを20nm真空蒸着し正孔注入層28とした。更にα-NPDを40nm真空蒸着し正孔輸送層21とした。その上にBebqとDCM IIを共蒸着(Bebq:DCM II=98:2)し膜厚30nmとし赤色発光層24とした。

【0169】

【化29】

Bebq



【0170】更にAlq3を30nm真空蒸着し電子輸送層25とした。これを赤色発光素子とした。

【0171】シャドーマスクをはずし、LiFを0.5nmで一面蒸着した。最後に図6で示されるシャドーマスクをかけAlを膜厚200nm蒸着し多色発光装置No. 7を作製した。これを図10に示す。

【0172】膜状態での蛍光極大波長は、m-MTDATAが429nm、TPDが420nm、DPVBiが460nm、Bebqが515nm、α-NPDが450nm、CBPが405nm、BCが398nm、Alqが520で、

青色発光素子：発光極大波長460nm

緑色発光素子：発光極大波長525nm

赤色発光素子：発光極大波長645nm

であった。

【0173】比較例2

比較例1の赤色発光層ホスト材料をBebqからAlq3に変えた以外は全く同じである多色発光装置No. 8を作製した。

【0174】比較例3

ガラス基板1上にITOを膜厚200nmで蒸着して陽極20(シート抵抗30Ω/□)を形成した。この陽極20上に、真空蒸着法によりm-MTDATAを膜厚30nmに一面に真空蒸着して正孔注入層28を形成した。次にα-NPDを膜厚30nmに一面に真空蒸着し正孔輸送層21とした。

【0175】次いで、図5に示すシャドーマスクをかけDPVBiとBczVBiを共蒸着(DPVBi:BczVBi=97:3)し膜厚15nmの青色発光層22を形成した。次にシャドーマスクを横にずらし、CBPとIr(ppy)₃を共蒸着(CBP:Ir(ppy)₃=95:5)し膜厚15nmとし緑色発光層23を形成した。更にシャドーマスクを横にずらし、BebqとDCM IIを共蒸着(Bebq:DCM II=98:2)し膜厚15nmとし赤色発光層24を形成した。

【0176】次にシャドーマスクをはずし、その上にBCを膜厚10nmで一面に蒸着して正孔阻止層とした。更にAlq3を30nm真空蒸着し電子輸送層25とし、その後LiFを膜厚0.5nm一面蒸着した。

【0177】最後に図6で示されるシャドーマスクをかけAlを膜厚200nm蒸着して陰極27を形成し、図11に示す層構成の多色発光装置No. 9を作製した。

【0178】膜状態での蛍光極大波長は、m-MTDATAが429nm、α-NPDが450nm、DPVBiが460nm、CBPが405nm、Bebqが515nm、BCが398nm、Alq3が520nmで、

青色発光素子：発光極大波長460nm

緑色発光素子：発光極大波長525nm

赤色発光素子：発光極大波長645nm

であった。

【0179】多色発光装置No. 1~8について以下に

まとめる。

多色発光装置	全層数	全化合物数	全蒸着回数	パターニング回数	備考
No. 1	9	6	5	3	本発明
No. 2	15	8	7	3	本発明
No. 3	15	8	7	3	本発明
No. 4	15	8	7	3	本発明
No. 5	9	6	5	3	本発明
No. 6	9	6	5	3	本発明
No. 7	13	11	13	3	比較
No. 8	13	11	13	3	比較
No. 9	15	10	7	3	比較

この様に、本発明の多色発光装置No. 1~No. 6

は、層数が同じであれば用いる化合物が少ない。即ち、

発光層以外の正孔注入層、正孔輸送層、正孔阻止層、電子輸送層は共通であるので全て同時に蒸着することで全蒸着回数を少なくできて、製造時間が短くすむ。これに対して、特にBGRの素子を別々に作製している多色発光装置No. 7、8は全蒸着回数が非常に多く、素子を作製するのに非常に時間がかかる。

【0180】なお多色発光装置No. 8の赤色発光素子においては、高電圧側ではドーパントからの発光だけでなくAlq3からの発光が含まれることから、低電圧側と高電圧側で色度差が現れ、 Δxy は0.022である。これに対して本発明の多色発光装置No. 2の赤色発光素子においては、低電圧側と高電圧側での色度差は Δxy で0.0086である。即ち本発明においては色ずれが少ない。

【0181】多色発光装置No. 9においては、発光層のホストが共通化していないので、化合物数は多くなっている。また、製造工程を減らす目的で、正孔輸送層および正孔阻止層の化合物を共通化し、発光層の厚さも同じにしたところ、青色発光素子および緑色発光素子において、正孔輸送層として設けた α -NPDの発光が見られ、色ずれを起こしてしまった。

【0182】ここに、本発明で用いている発光層ホストは蛍光極大波長が398nmと非常に短波長であるために、人の視感度が弱いところであり、よって色度がほとんど変わらない。図12で本発明の多色発光装置No. 2のホスト材料である化合物2-1のスペクトル分布と人の視感度曲線を重ねたものを示すと、ほとんど重なりはないことが判る。

【0183】これに比較して、従来からホスト材料としてよく用いられ多色発光装置No. 6の赤色ホスト材料であるAlq3と視感度曲線を重ねるとほとんど重なっており、色度に与える影響は大きい(図13)。

【0184】この様に本発明においてはホストの発光が見えてしまうような状態においても色度はほとんど変化しない。

【0185】ここに、本発明の多色発光装置No. 2のBGRの各発光素子を乾燥窒素下、封止管で封止し、それぞれ1mA低電流駆動したときの輝度の半減寿命をGが1として相対値で示すと、

G: 1.0

B: 0.95

R: 0.90

となり、ほとんど変わらないことが分かる。

【0186】即ち本発明においては、それぞれの発光素子間でドーパント以外すべて同じ構成を取るから、素子が劣化する機構はBGR発光素子間で同じでありそのことから相対寿命はほとんど変わらない。この様に本発明においてはBGRの半減寿命をほぼ同じにできることから、ディスプレイなどの表示装置、光源を設計する上で非常に有利である。

【0187】実施例7

以下の様にしてディスプレイを作製した。

【0188】ITO基板をパターニングし、長さ90mm、幅80 μ mのITOストライプ透明電極を100 μ mピッチで816本形成した。

【0189】つぎにネガティブ型のリフトオフ用フォトレジスト(日本ゼオン社製: ZPN1100)を全面に厚さ3 μ mに塗布した。このレジストのパターニングに用いたフォトマスクは、65 μ m幅で235 μ mの長さの開口部が幅方向は100 μ mピッチで、長さ方向は300 μ mピッチで配置されたものをを用いた。ストライプ状の第一電極上にフォトマスクの幅65 μ mがその中心に配置されるように位置合わせしてパターニングした。なおこのリフトオフレジストのパターン形状は逆テーパー型になる。

【0190】引き続きガラス基板の全面に電子ビーム蒸着法で厚さ150nmの酸化ケイ素膜を形成した。この基板をアセトン中で超音波洗浄するとリフトオフレジストが溶解し、レジストの開口部に蒸着された酸化ケイ素膜が第一電極上に残留する。すなわち、絶縁膜はリフトオフレジストのパターニングに用いたフォトマスクのパターン配置と一致した幅65 μ mで長さ235 μ mの開口部が、幅方向には100 μ mピッチで、長さ方向には300 μ mピッチで配置されたものとなる。

【0191】得られた基板を洗浄および紫外線-オゾン処理した後に、正孔注入層として、m-MTDATAで30nm、正孔輸送層として、化合物3-21で30nmを、発光領域の全面に蒸着した。

【0192】次に、ニッケルを主成分として作製された発光層用シャドーマスクを基板前方に配置して両者を密着させ、基板後方にはフェライト系磁石(日立金属社製、YBM-1B)を配置した。この時、シャドーマスクの開口部は300 μ mピッチで形成され、ITOストライプ透明電極が3本おきに露出した状態になっている。この状態で、まず青色(B)発光層の形成を行う。B発光層としては、化合物2-1とTPBを共蒸着(化合物2-1: TPB=95:5)し膜厚30nmとした。次いで、発光層形成用シャドーマスクの配置を透明電極の1ピッチ分だけずらした状態で、赤色(R)発光層を形成した。R発光層としては化合物2-1とDCM IIを共蒸着(化合物2-1: DCM II=96:4)し膜厚30nmとした。さらに、シャドーマスクを透明電極の1ピッチ分ずらし、化合物2-1とクマリン6を共蒸着(化合物2-1: クマリン6=97:3)して膜厚30nmの緑色(G)発光層を形成した。この後、発光領域の全面に化合物4-9を10nm、Alq3を30nm、LiFを0.5nm蒸着し、正孔阻止層、電子輸送層を形成した。

【0193】陰極パターニング用として、マスク部分の一方の面に開口部形状の変形を防止する補強線が設けら

れ、基板がシャドーマスクに接触する面と補強線との間に隙間が存在する構造のシャドーマスクを作製した。シャドーマスクの外形は $120 \times 84 \text{ mm}$ で、マスク部分の厚さは $150 \mu\text{m}$ であり、長さ 100 mm 、幅 $200 \mu\text{m}$ のストライプ状開口部がピッチ $300 \mu\text{m}$ で 200 本配置されている。マスク部分の上には、幅 $40 \mu\text{m}$ 、厚さ $35 \mu\text{m}$ 、対向する二辺の間隔が $200 \mu\text{m}$ の正六角形構造からなるメッシュ状の補強線が形成されている。隙間の高さはマスク部分の厚みと等しく $150 \mu\text{m}$ である。また、シャドーマスクは外形が等しい、ステンレス鋼製フレームに固定されている。

【0194】この、ニッケルを主成分として作製されたシャドーマスクを透明電極に直交するように配置して、基板後方にはフェライト系磁石（日立金属社製、YBM-1B）を配置してシャドーマスクを固定した。そしてアルミニウムを陰極として 200 nm 蒸着した。続いて前記マスクを横方向に $50 \mu\text{m}$ 移動させてから再びアルミニウムを 200 nm 蒸着した。すなわち、開口部の幅が $200 \mu\text{m}$ のシャドーマスクを用いた2回のアルミニウム蒸着工程により、幅 $250 \mu\text{m}$ 、ピッチ $300 \mu\text{m}$ のストライプ状陰極 200 本を形成した。

【0195】作製したディスプレイは $65 \times 235 \mu\text{m}$ の画素サイズでRGBそれぞれ独立の色で発光し、線順次駆動で表示を行ったところ、明瞭なパターン表示とそのマルチカラー表示を達成することが可能であった。

【0196】本実施例ではパッシブマトリクスによるフルカラーディスプレイを記載したがアクティブマトリクスディスプレイでもよい。

【0197】実施例8

実施例5で作製したディスプレイは、省電力かつフルカラー電子写真複写機の光源に用いることができた。

【0198】なお照明、プリンターの光源に用いることもできる。

【0199】

【発明の効果】本発明により駆動電圧に対する色ずれが少なく、製造負荷が低減された多色発光装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】多色発光装置の模式図である。

【図2】多色発光装置の表示部の模式図である。

【図3】多色発光装置の表示部の画素の模式図である。

【図4】ガラス基板上に陽極を形成した状態を示す図である。

【図5】シャドーマスクを示す図である。

【図6】陰極形成用のシャドーマスクを示す図である。

【図7】多色発光装置の層構成を示す図である。

【図8】本発明に係る他の多色発光装置の層構成を示す図である。

【図9】本発明に係る更に他の多色発光装置の層構成を示す図である。

【図10】比較の多色発光装置の層構成を示す図である。

【図11】他比較の多色発光装置の層構成を示す図である。

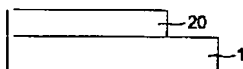
【図12】本発明の多色発光装置に係る宿主材料のスペクトル分布と人の視感度曲線を重ねて示す図である。

【図13】従来から宿主材料としてよく用いられる赤色宿主材料のスペクトル分布と視感度曲線を重ねて示す図である。

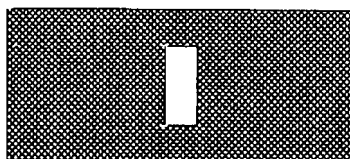
【符号の説明】

- 1 ガラス基板
- 2 配線部
- 3 画素
- 5 走査線
- 6 データ線
- 7 電源ライン
- 10 有機EL素子
- 11 スイッチングトランジスタ
- 12 駆動トランジスタ
- 13 コンデンサ
- 20 陽極
- 21 正孔輸送層
- 22 青色発光層
- 23 緑色発光層
- 24 赤色発光層
- 25 電子輸送層
- 26 電子注入層
- 27 陰極
- 28 正孔注入層
- 29 正孔阻止層
- 100 多色発光装置

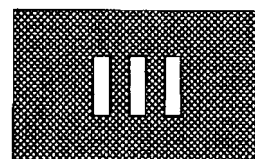
【図4】



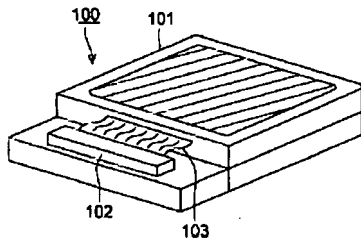
【図5】



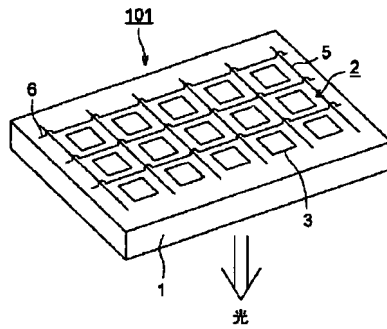
【図6】



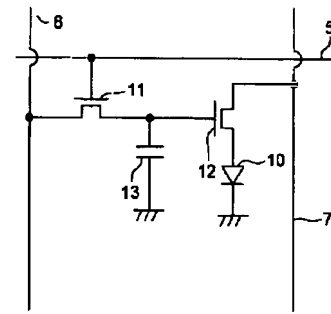
【図1】



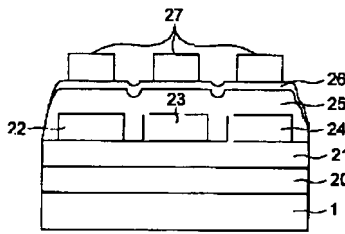
【図2】



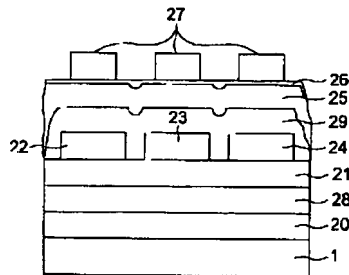
【図3】



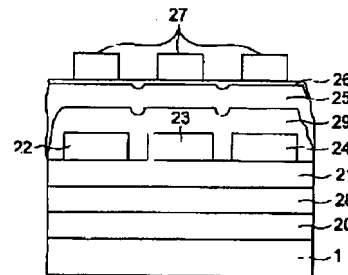
【図7】



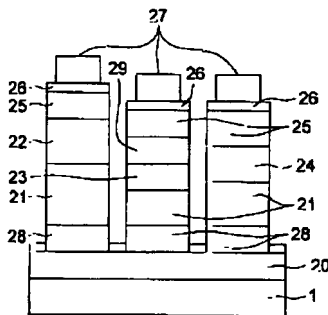
【図8】



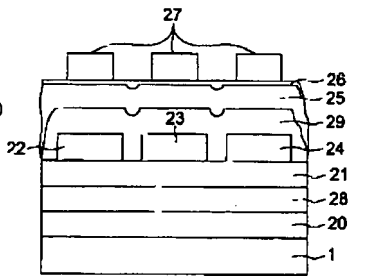
【図9】



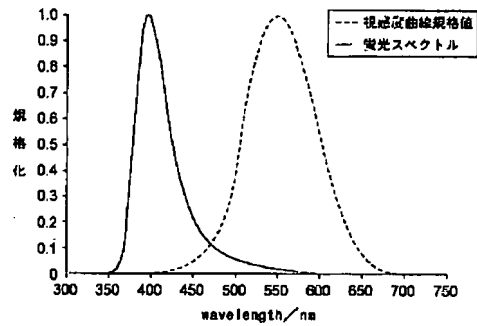
【図10】



【図11】



【図12】



【図13】

